



PCT/CH 2004/000594

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFÉDÉRATION SUISSE  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA

REC'D 27 SEP 2004

WIPO

PCT

**Bescheinigung**

Die beiliegenden Akten stimmen mit den ursprünglichen technischen Unterlagen des auf der nächsten Seite bezeichneten Patentgesuches für die Schweiz und Liechtenstein überein. Die Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein bilden ein einheitliches Schutzgebiet. Der Schutz kann deshalb nur für beide Länder gemeinsam beantragt werden.

**Attestation**

Les documents ci-joints sont conformes aux pièces techniques originales de la demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein spécifiée à la page suivante. La Suisse et la Principauté de Liechtenstein constituent un territoire unitaire de protection. La protection ne peut donc être revendiquée que pour l'ensemble des deux Etats.

**Attestazione**

I documenti allegati sono conformi agli atti tecnici originali della domanda di brevetto per la Svizzera e il Liechtenstein specificata nella pagina seguente. La Svizzera e il Principato di Liechtenstein formano un unico territorio di protezione. La protezione può dunque essere rivendicata solamente per l'insieme dei due Stati.

Bern, 21. Sep. 2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

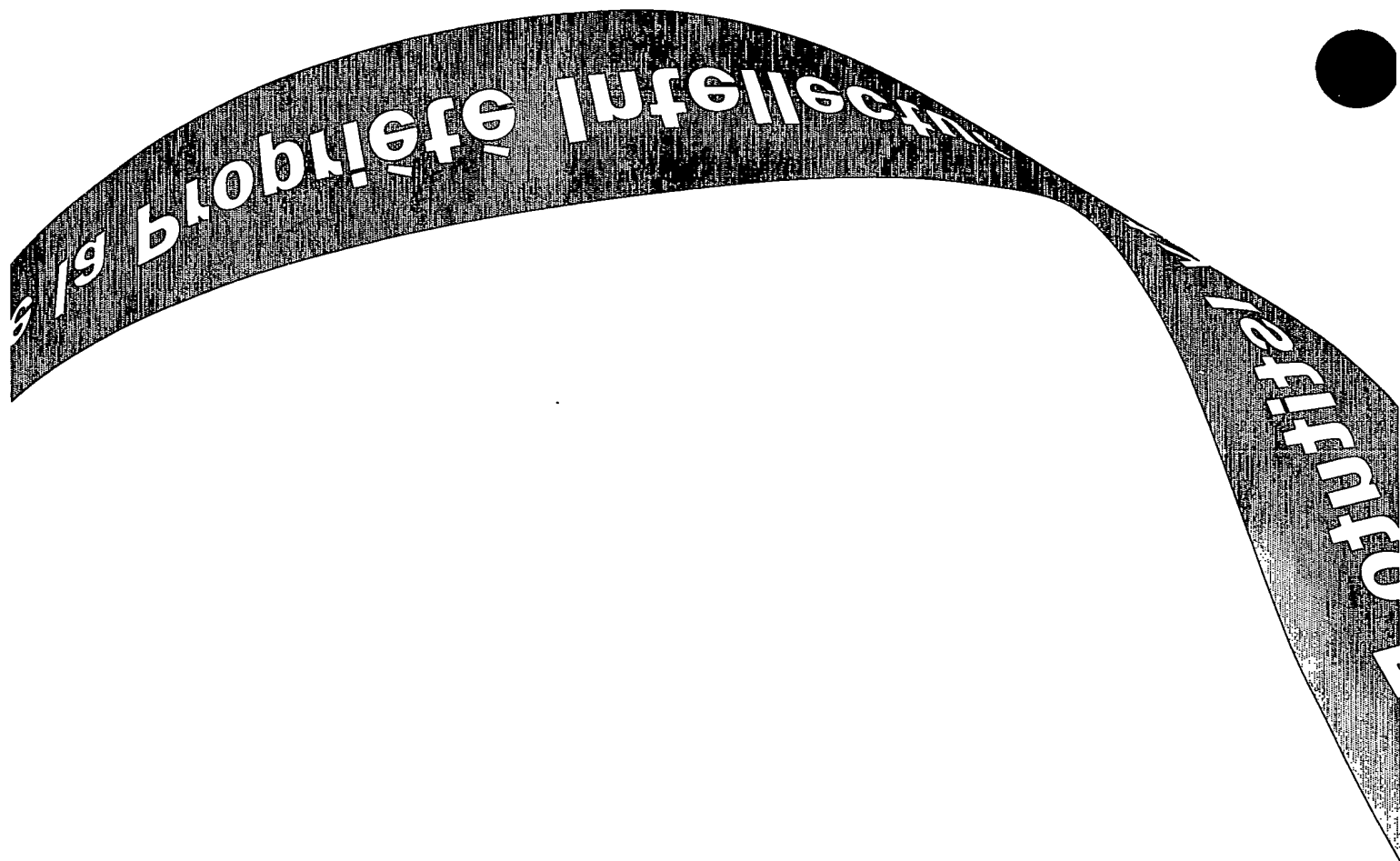
Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum  
Institut Fédéral de la Propriété Intellectuelle  
Istituto Federale della Proprietà Intellettuale

Patentverfahren  
Administration des brevets  
Amministrazione dei brevetti

*H. Jenni*  
Heinz Jenni

BEST AVAILABLE COPY







**Hinterlegungsbescheinigung zum Patentgesuch Nr. 01948/03 (Art. 46 Abs. 5 PatV)**

Das Eidgenössische Institut für Geistiges Eigentum bescheinigt den Eingang des unten näher bezeichneten schweizerischen Patentgesuches.

Titel:

Schlauch zur Förderung von elektrostatische Aufladungen erzeugenden, insbesondere pulverförmigen Medien.

Patentbewerber:

Huber+Suhner AG  
Degersheimerstrasse 14  
9100 Herisau

Vertreter:

Isler & Pedrazzini AG  
Gotthardstrasse 53  
8023 Zürich

Anmeldedatum: 12.11.2003

Voraussichtliche Klassen: B29C, F16L







5

10

## BESCHREIBUNG

15 SCHLAUCH ZUR FÖRDERUNG VON ELEKTROSTATISCHE AUFLADUNGEN  
ERZEUGENDEN, INSBESONDERE PULVERFÖRMIGEN MEDIEN

## TECHNISCHES GEBIET

20

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Fördertechnik. Sie betrifft einen Schlauch zur Förderung von elektrostatische Aufladungen erzeugenden, insbesondere pulverförmigen Medien gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

25

## STAND DER TECHNIK

30

Bei der Pulverbeschichtung wird üblicherweise ein Pulver-Luft-Gemisch über eine Zuleitung einer Spritzpistole zugeführt. Die Pulverpartikel treten als elektrisch geladene Teilchen aus der Pistole aus und lagern sich aus einer Pulverwolke auf der Oberfläche des zu beschichtenden Werkstücks ab. Das Werkstück ist zu



diesem Zwecke geerdet. Die Pulverpartikel können je nach der verwendeten Technik positiv oder negativ geladen sein. Eine negative Ladung der Pulverpartikel wird beispielsweise durch eine am Pistolenausgang angeordnete Hochspannungselektrode erreicht (sog. „Corona-Aufladung“). Eine positive Ladung der Pulverpartikel kann bei geeigneten Pulvern durch eine Reibungsaufladung im Pulverrohr der Pistole erzeugt werden (sog. „Tribo-Aufladung“).

Die bei der Pulverbeschichtung verwendeten Pulver (z.B. Farbpulver) werden über Schläuche unter Einsatz von gereinigter Druckluft aus einem Vorratsbehälter zu der Spritzpistole gefördert. Als Schläuche werden transparente Kunststoffschläuche eingesetzt, die flexibel und knickfest sind und eine optische Überwachung des Fördervorgangs ermöglichen.

Durch die Reibung der Pulverpartikel des geförderten Pulver-Luft-Gemisches an den Wänden der aus elektrisch isolierendem Material bestehenden Schläuche werden statische elektrische Ladungen auf den Schlauchwänden aufgebaut, die ohne besondere Vorkehrungen nicht abfließen können. Aufgrund derartiger Aufladungen kann es zu Durchschlägen im Schlauchbereich kommen, die den Schlauch beschädigen und ggf. undicht werden lassen, und darüber hinaus die Gefahr einer Entzündung des Fördergutes mit sich bringen.

Unerwünschte Aufladungsvorgänge in den Förderschläuchen beschränken sich nicht auf Pulver-Luft-Gemische von Pulverbeschichtungsanlagen, sondern treten in vielen anderen Bereichen auf, wo pulverförmige Stoffe, aber auch Flüssigkeiten (z.B. Kraftstoffe) in elektrisch isolierenden Schläuchen gefördert werden.

Es ist daher in der Vergangenheit eine Vielzahl von Vorschlägen gemacht worden, mit denen das Problem der statischen elektrischen Aufladung bei der Förderung verschiedenartigster Medien durch Schläuche gelöst werden soll. Alle diese Vorschläge enthalten Massnahmen, mit denen die auf der Schlauchwand sich



bildenden elektrischen Ladungen abgeführt und damit unschädlich gemacht werden können.

5 In der US-A-5,170,011 ist ein aus zwei konzentrischen Mänteln bestehender Kraftstoffschlauch offenbart, bei dem zur Ableitung elektrischer Ladungen entweder ein sich in Längsrichtung erstreckender, elektrisch leitender Streifen vorgesehen ist, der in die Wand des inneren Mantels eingelassen ist und in radialer Richtung durch die Wand des inneren Mantels hindurchreicht (Fig. 1),  
10 oder auf der Innenfläche des inneren Mantels eine konzentrische Schicht aus elektrisch leitendem Material angeordnet ist (Fig. 2). Es kann aber auch der gesamte innere Mantel elektrisch leitfähig ausgestaltet sein (Spalte 5, Zeilen 27-51). In allen Fällen wird die elektrische Leitfähigkeit durch den Einsatz von Russ („carbon black“) erzielt, obgleich auf die Möglichkeit anderer leitfähiger Zusätze hingewiesen wird.

15 Aus der US-A-3,473,087 und der GB-A-1,041,255 sind Rohre bzw. aus Polytetrafluoräthylen (PTFE) Schläuche für die Förderung von Flüssigkeiten, insbesondere Kraftstoffen, bekannt, die aus einer Vorform hergestellt werden, die zwei konzentrische Bereiche umfasst, von denen der innere durch Zusatz von  
20 Russ elektrisch leitfähig gemacht worden ist, während der äussere elektrisch isolierend bleibt. Die auf diese Weise hergestellten Schläuche weisen einen vergleichsweise dünnwandigen, konzentrischen, durch den Russzusatz elektrisch leitfähigen Innenbereich auf, der zur Ableitung statischer elektrischen Ladungen benutzt werden kann. Durch die Beschränkung des Zusatzes von Russ auf den  
25 Innenbereich soll im einen Fall (GB-A-1,041,255) die Transparenz der äusseren Schlauchwand zu Zwecken der optischen Inspektion des Schlauches erhalten werden. Im anderen Fall (US-A-3,473,087) soll der Widerstand des Schlauches gegen das sog. „fuel cracking“ weitgehend erhalten bleiben.

30 Aus der US-A-3,555,170 ist es weiterhin bekannt, in einen flexiblen Schlauch aus elektrisch isolierendem Material für die Förderung von Flüssigkeiten oder Pulvern ein sich in Längsrichtung erstreckendes Leiterband einzubetten, dass die Form



eines Gewebes aus feinen Metalldrähten und elastischem Garn aufweist. Das Leiterband kann dabei auf der Aussenseite, in der Mitte der Schlauchwand, oder auf der Innenseite angeordnet sein.

- 5 In der EP-A2-0 974 779 schliesslich ist ein Schlauch zum Fördern von fliessfähigen Stoffen wie z.B. Beschichtungspulvern offenbart, dessen Wand aus einem elektrisch nicht oder schlecht leitenden Material besteht. Zur Ableitung von elektrischen Ladungen ist in die Schlauchwand ein Wandteil aus elektrisch leitfähigem Material eingebaut, dass sich radial über den Wandquerschnitt und axial über die Länge des Schlauches erstreckt und im wesentlichen einen kreissektorförmigen Querschnitt aufweist. Das elektrisch leitende Wandteil besteht vorzugsweise aus Metalldraht oder metallener Litze. Alternativ kann es aus einem durch Beimengung von Kohlenstoff leitfähig gemachten Kunststoff bestehen. Das elektrisch leitende Wandteil kann in axialer Richtung achsenparallel oder
- 10
- 15 helixförmig um die Achse herum verlaufen.

- Die bekannten Schläuche mit ihren Vorrichtungen zum Ableiten elektrischer Ladungen sind alternativ entweder mit einer axial durchgehenden konzentrischen Schicht oder einem axial durchgehenden konzentrischen Bereich mit gegenüber dem Basismaterial erhöhter elektrischer Leitfähigkeit ausgestattet (US-A-3,473,087; GB-A-1,041,255), oder weisen ein in die elektrisch isolierende Schlauchwand integriertes, lokalisierendes band- oder drahtförmiges Leiterelement auf, welches sich in axialer Richtung erstreckt (US-A-3,555,170; EP-A2-0 974 779). Beide Alternativen sind in der US-A-5,170,011 (Fig. 1 und Fig. 2)
- 20
- 25 nebeneinandergestellt.

- Jede der beiden Alternativen hat Vor- und Nachteile: Wird ein konzentrischer Teil der Schlauchwand durch Zusetzen von elektrisch leitfähigen Partikeln zum Ableiten der elektrischen Ladungen elektrisch leitfähig gemacht, ändern sich in der Regel nicht nur elektrischen, sondern auch die mechanischen und optischen Eigenschaften dieses Wandteils. Je höher der prozentuale Anteil der Partikel ist, umso besser ist einerseits die elektrische Leitfähigkeit, umso mehr verändern sich
- 30



aber auch die übrigen Eigenschaften. Wird beispielsweise Russ als elektrisch leitfähiges Material zugesetzt, verliert ein ursprünglich optisch transparenter Schlauch mit zunehmendem Russanteil seine Transparenz. Als Gegenmassnahme kann zwar die Dicke der elektrisch leitfähigen Schicht reduziert werden, wie dies in der GB-A-1,041,255 vorgeschlagen worden ist, jedoch verringert sich damit zugleich der Leitungsquerschnitt des elektrisch leitenden Bereichs.

Wird anstelle des konzentrischen elektrisch leitfähigen Teils der Schlauchwand ein Leiterband oder ein Litzenleiter oder – wie in der EP-A2-0 974 779 - ein lokalisiertes elektrisch leitendes Wandteil verwendet, bleiben die physikalischen Eigenschaften des Schlauches über nahezu die gesamte Schlauchwand unverändert. Andererseits hat die Begrenzung des elektrisch leitenden Elements auf einen sehr kleinen Bereich des Wandquerschnitts zur Folge, dass die an der Innenfläche des Schlauches durch Reibung entstehenden Ladungen über den gesamten inneren Umfang nur sehr unvollkommen eingesammelt und abgeleitet werden können.

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Schlauch zur Förderung von elektrostatische Aufladungen erzeugenden, insbesondere pulverförmigen Medien zu schaffen, der die Nachteile bekannter Lösungen überwindet und sich insbesondere durch eine verbesserte Abführung der elektrischen Ladungen bei gleichzeitig verringerter Veränderung der Schlaucheigenschaften auszeichnet.

Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, einen an den Innenraum des Schlauches angrenzenden und den Innenraum umschliessenden Teilbereich der Schlauchwand mit einer gegenüber dem Basismaterial erhöhten elektrischen Leitfähigkeit auszustatten und die durch diesen Teilbereich gesammelten



- Ladungen durch wenigstens ein elektrisches Leitungselement in axialer Richtung abzuführen, das mit dem Bereich erhöhter elektrischer Leitfähigkeit direkt verbunden ist. Das Zusammenwirken des konzentrischen Teilbereichs mit dem elektrischen Leitungselement bewirkt eine effektive Sammlung und Abführung der elektrischen Ladungen bei einer auf ein Minimum reduzierten Änderung der übrigen Schlaucheigenschaften. Der Teilbereich, der die Schlaucheigenschaften stark beeinflusst, kann mit vergleichsweise wenig Anteilen eines elektrisch leitfähigen Materials auskommen, weil er die Ladungen nur über den Umfang sammeln und zum Leitungselement führen soll. Das eng lokalisierte elektrische Leitungselement, das die Schlaucheigenschaften wenig beeinflusst, kann dagegen mit vergleichsweise hoher elektrischer Leitfähigkeit ausgestattet werden und so eine effektive axiale Ableitung ohne negativen Einfluss auf die Schlaucheigenschaften bewirken
- 15 Eine erste bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemässen Schlauches zeichnet sich dadurch aus, dass sich der Bereich mit der erhöhten elektrischen Leitfähigkeit über die gesamte Schlauchwand erstreckt, und dass die erhöhte elektrische Leitfähigkeit der Schlauchwand durch im Basismaterial eingebettete, elektrisch gut leitende Partikel hervorgerufen wird. Eine solcher gleichmässig mit elektrisch leitenden Partikeln durchsetzter Schlauch lässt sich besonders einfach herstellen, weil keine Unterteilung der Schlauchwand in konzentrische Teilbereiche notwendig ist. Da die Partikel jedoch über die gesamte Wanddicke des Schlauches verteilt sind, ergibt sich mit einem zunehmenden Partikelanteil insbesondere eine relativ starke Abnahme der optischen Transparenz. Dieser Effekt ist besonders stark, wenn elektrisch leitende Partikel in Pulver-, Körner-, Kugel- oder Flockenform wie beispielsweise Russ verwendet werden, weil in diesem Fall eine höhere Partikeldichte notwendig ist, um eine durchgehende elektrische Leitfähigkeit zu erreichen.
- 30 Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung dieser Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass das Basismaterial ein optisch transparentes Polymer, insbesondere PU, PE oder PVC, ist, dass als elektrisch gut leitende Partikel kurze,



elektrisch gut leitende Fasern, insbesondere Kohlefasern, in das Basismaterial eingebettet sind, und dass die Konzentration der Fasern so gewählt ist, dass die Schlauchwand in radialer Richtung optisch transparent bleibt. Da die im Basismaterial kreuz und quer liegenden Fasern über eine grössere Distanz miteinander in Kontakt bleiben, lässt sich mit ihnen bereits bei relativ geringer Dichte eine gute elektrische Leitfähigkeit erreichen. Bei gleicher elektrischer Leitfähigkeit werden die Schlaucheigenschaften durch die Fasern viel weniger beeinflusst als bei anderen Partikelformen. Vorzugsweise sind dem Basismaterial etwa 1 bis 3 Gew.-% Kohlefasern zugemischt.

Darüber hinaus hat speziell die Einlagerung von Fasern bzw. Kohlefasern in das Basismaterial der Schlauchwand für die Oberflächenstruktur der Schlauchwand Folgen, die insbesondere bei der Anwendung des Schlauches zur Förderung von pulverförmigen Stoffen besonders vorteilhaft sind. In der Praxis hat sich nämlich herausgestellt, dass in Schläuchen mit glatter Innenfläche das geförderte Pulver häufig an der Innenfläche anhaftet und dann den Förderprozess beeinträchtigt. Als Gegenmassnahme kann zwar der Druck der zur Förderung verwendeten Druckluft und damit der Luftstrom erhöht werden. Da gereinigte Druckluft jedoch relativ teuer ist, führt dies zu erhöhten Produktionskosten. Der mit einer überwiegend laminaren Strömung zusammenhängende Effekt des Pulveranhaftens kann aber auch dadurch bekämpft bzw. beseitigt werden, dass die Innenfläche mit einer gewissen Oberflächenrauigkeit versehen wird. Die Wirksamkeit der Oberflächenrauigkeit hängt jedoch stark von der Art und Ausgestaltung der Rauigkeit ab: Ist die Rauigkeit scharfkantig oder zackig, wird das Anhaften des Pulvers zwar erschwert, jedoch sind in diesem Fall immer noch erhöhte Förderdrücke notwendig.

Werden dagegen kurze Fasern in das Basismaterial eingelagert, führen die eingebetteten Fasern an der Oberfläche zu einer gleichmässigen, gut kontrollierbaren Rauigkeit mit stark verrundeten Unebenheiten, die einerseits ein Anhaften des Pulvers an der Oberfläche sicher verhindert, andererseits aber auch die Strömung durch den Schlauch nur minimal behindert, so dass bei der



Förderung mit minimalen Förderdrücken gearbeitet werden kann. Wird die Einbettung der Faser nur auf einen innenliegenden Teilbereich der Schlauchwand beschränkt, wie dies bei einer o.g. Ausgestaltung der Erfindung der Fall ist, bleibt die Aussenfläche des Schlauches glatt, weil die äusseren Bereiche der

- 5 Schlauchwand frei von eingebetteten Fasern sind. Dies hat den wesentlichen Vorteil, dass der Schlauch auf der Aussenseite besonders leicht gereinigt werden kann.

- 10 Das wenigstens eine elektrische Leitungselement kann als in die Schlauchwand eingelassener Leitungsbereich mit gegenüber dem Basismaterial deutlich erhöhter elektrischer Leitfähigkeit ausgebildet sein, wobei insbesondere der eingelassene Leitungsbereich in radialer Richtung durch die Schlauchwand hindurchgehend ausgebildet ist.

- 15 Das wenigstens eine elektrische Leitungselement kann aber auch als in die Schlauchwand eingelassener Draht oder Litzenleiter ausgebildet sein, wobei der Draht oder Litzenleiter von der Innenfläche des Schlauches vorzugsweise einen Abstand hat, der etwa einem Drittel der Wandstärke der Schlauchwand entspricht.

- 20 Weiterhin kann es zur Herstellung einer gewissen Rotationssymmetrie vorteilhaft sein, dass der Leitungsbereich bzw. der Draht oder Litzenleiter in der Schlauchwand in Längsrichtung helixförmig um die Schlauchachse herum verläuft.

- 25 Besonders wenig werden die Eigenschaften der Schlauchwand beeinflusst, wenn sich gemäss einer anderen Ausgestaltung der Erfindung der Bereich mit der erhöhten elektrischen Leitfähigkeit auf einen an die Innenfläche angrenzenden, konzentrischen Innenbereich der Schlauchwand beschränkt, oder wenn der Bereich mit der erhöhten elektrischen Leitfähigkeit durch einen konzentrisch im Inneren des Schlauches angeordneten Innenmantel gebildet wird, wobei auch in
- 30 diesem Fall die erhöhte elektrische Leitfähigkeit im Innenbereich bzw. im Innenmantel der Schlauchwand vorzugsweise durch im Basismaterial eingebettete, elektrisch gut leitende Partikel hervorgerufen wird, und das



Basismaterial ein optisch transparentes Polymer, insbesondere PU, PE oder PVC, ist, als elektrisch gut leitende Partikel kurze, elektrisch gut leitende Fasern, insbesondere Kohlefasern, in das Basismaterial eingebettet sind, und die Konzentration der Fasern und/oder die Dicke des Innenbereichs bzw. des Innenmantels so gewählt ist, dass die Schlauchwand in radialer Richtung optisch transparent bleibt. Dadurch, dass der Bereich erhöhter elektrischer Leitfähigkeit an die Innenfläche angrenzt, können nicht nur die dort entstehenden elektrischen Ladungen effektiv eingesammelt und über das elektrische Leitungselement abgeführt werden, sondern die eingelagerten Fasern sorgen auch hier wieder für eine Innenfläche mit im Hinblick auf die Strömungsverhältnisse kontrollierter und optimaler Oberflächenrauigkeit.

Bevorzugt ist das wenigstens eine elektrische Leitungselement als in die Schlauchwand eingelassener Leitungsbereich mit gegenüber dem Basismaterial deutlich erhöhter elektrischer Leitfähigkeit ausgebildet, wobei der eingelassene Leitungsbereich vorzugsweise in radialer Richtung von der Aussenfläche bis zum Innenbereich bzw. Innenmantel durchgehend ausgebildet ist.

Besonders vorteilhaft bezüglich Aufbau und Ableitungsverhalten ist es, wenn das wenigstens eine elektrische Leitungselement als in die Schlauchwand (12) eingelassener Draht oder Litzenleiter ausgebildet ist, wobei der Draht oder Litzenleiter vorzugsweise an der Grenzfläche zwischen dem Innenbereich (20) bzw. dem Innenmantel und der übrigen Schlauchwand verläuft.

Auch hier kann der Leitungsbereich bzw. der Draht oder Litzenleiter in der Schlauchwand in Längsrichtung helixförmig um die Schlauchachse herum verlaufen.

Der erfindungsgemässe Schlauch kann mit besonders günstigen Ergebnissen zur Förderung von Beschichtungspulvern eingesetzt werden.



## KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

5

Fig. 1 in einer perspektivischen Seitenansicht einen beispielhaften Schlauch, wie er zum Fördern von Farbpulvern oder dgl. eingesetzt wird;

10 Fig. 2 einen vergrößerten sektorförmigen Ausschnitt aus der Schlauchwand des Schlauches nach Fig. 1, bei dem die Innenfläche der Schlauchwand Unebenheiten zur Verbesserung des Pulvertransports aufweist;

15 Fig. 3 einen weiter vergrößerten Ausschnitt von der Innenseite der Schlauchwand des Schlauches aus Fig. 1, bei dem die durch in das Schlauchmaterial eingelagerte Fasern erzeugten Unebenheiten der Innenfläche des Schlauches sichtbar sind;

20 Fig. 4 in zwei Teilfiguren die Schlauchquerschnitte zweier verschiedener Ausführungsbeispiele von Schläuchen nach der Erfindung, bei welchen die dem Schlauchmaterial beigegebenen elektrisch leitenden Partikel über den gesamten Querschnitt gleichmässig verteilt sind, wobei im einen Beispiel (Fig. 4a) zum Ableiten der  
25 Ladungen ein sich in Längsrichtung erstreckender Leitungsbereich und im anderen Beispiel (Fig. 4b) ein sich in Längsrichtung erstreckender Litzenleiter vorgesehen sind;

Fig. 5 in zwei Teilfiguren die Schlauchquerschnitte zweier weiterer, voneinander verschiedener Ausführungsbeispiele von Schläuchen nach der Erfindung, bei welchen die dem Schlauchmaterial beigegebenen elektrisch leitenden Partikel auf einen Innenbereich

30



um die Innenfläche herum beschränkt sind, wobei im einen Beispiel (Fig. 5a) zum Ableiten der Ladungen mehrere sich in Längsrichtung erstreckende Leitungsbereiche und im anderen Beispiel (Fig. 5b) mehrere sich in Längsrichtung erstreckende Drähte vorgesehen sind; und

Fig. 6 in zwei Teilfiguren die Schlauchquerschnitte zweier anderer, voneinander verschiedener Ausführungsbeispiele von Schläuchen nach der Erfindung, bei welchen die dem Schlauchmaterial beigegebenen elektrisch leitenden Partikel in einen innerhalb des Schlauches angeordneten Innenmantel eingebracht sind, wobei im einen Beispiel (Fig. 6a) zum Ableiten der Ladungen ein sich in Längsrichtung erstreckender Leitungsbereich und im anderen Beispiel (Fig. 6b) ein sich in Längsrichtung erstreckender Litzenleiter vorgesehen sind.

#### WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

In Fig. 1 ist in einer perspektivischen Seitenansicht ein beispielhafter Schlauch 10 dargestellt, wie er zum Fördern von Farbpulvern oder dgl. eingesetzt wird, und der Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist. Der Schlauch 10 ist üblicherweise aus einem optisch transparenten Polymer, insbesondere aus Polyurethan (PU), Polyäthylen (PE) oder Polyvinylchlorid (PVC), oder auch aus Polytetrafluoräthylen (PTFE). Er kann aber auch aus einem anderen flexiblen, elektrisch isolierenden Material hergestellt sein. Der Schlauch 10 umfasst eine kreisringförmige Schlauchwand 12, die einen Innenraum 14 umschliesst. Zum Innenraum 14 hin ist die Schlauchwand 12 durch eine Innenfläche 13, zum umgebenden Aussenraum durch eine Aussenfläche 11 begrenzt. Beispielhafte Abmessungen für den Schlauch sind ein Innendurchmesser von 10 mm und eine Dicke der Schlauchwand von 3 mm. Andere Abmessungen sind je nach Einsatzbereich und zu förderndem Massenstrom möglich.



An den Schlauch 10 werden, insbesondere wenn er zur Förderung von Beschichtungspulver in Form eines Pulver-Luft-Gemisches eingesetzt wird, besondere Anforderungen gestellt:

- 5       • Die Innenfläche 13 soll gemäss Fig. 2 eine durch Unebenheiten 15 hervorgerufene, bestimmte Rauigkeit aufweisen, damit das geförderte Pulver nicht an der Innenfläche anhaften und so die Förderung beeinträchtigen kann (die Unebenheiten 15 in Fig. 2 sind der Einfachheit halber als vollkommen gleichförmig gezeichnet; in Wirklichkeit sind diese
- 10       Unebenheiten aber ungleichförmig, wie dies im Ausschnitt der Fig. 3 zu sehen ist).
- Die bei der Förderung des Beschichtungspulvers oder eines anderen Mediums an der Schlauchwand 12 erzeugten elektrostatischen Aufladungen sollen auf sichere Weise zur Erde abgeleitet werden.
- 15       • Die Schlauchwand 12 soll optisch transparent sein, damit der Förderprozess optisch überwacht werden kann.
- Der Schlauch soll flexibel und gleichzeitig bis zu einem definierten Minimalradius knickfest sein.
- Der Schlauch soll möglichst eine reinigungsfreundliche glatte Aussenfläche
- 20       11 aufweisen.
- Der Schlauch soll, insbesondere, wenn er zur Förderung von Pulvern vorgesehen ist, abriebfest sein.
- Der Schlauch sollte gegenüber Ölen und Kohlenwasserstoffen beständig sein.
- 25       • Wird der Schlauch im Bereich der Lebensmittelproduktion und –verarbeitung eingesetzt, muss er lebensmittelkonform sein.

Diese Forderungen sind bei einem Schlauch erfüllt, der beispielsweise aus PU, PE oder PVC als Basismaterial besteht, und bei dem zur Ableitung der

30       elektrostatischen Ladungen eine Kombination aus zwei elektrisch leitenden Vorrichtungen vorgesehen ist. Die eine elektrisch leitende Vorrichtung ist ein den Innenraum 14 konzentrisch umgebender und an durch die Innenfläche 13



begrenzter Bereich der Schlauchwand, der durch Einbettung von elektrisch leitenden Partikeln in das Basismaterial mit einer gegenüber dem Basismaterial deutlich erhöhten elektrischen Leitfähigkeit ausgestattet ist. Die andere elektrisch leitende Vorrichtung ist ein in axialer Richtung verlaufenden, lokales elektrisches Leitungselement, dass mit den Bereich erhöhter elektrischer Leitfähigkeit direkt in Verbindung steht und die durch diesen Bereich gesammelten Ladungen in axialer Richtung sicher zur Erde abführt.

Die Begrenzung des Bereichs erhöhter elektrischer Leitfähigkeit bzw. des Bereichs mit den eingebetteten elektrisch leitenden Partikeln durch die Innenfläche 13 hat den folgenden besonderen Vorteil, der aus der Fig. 3 deutlich wird:

Fig. 3 zeigt in einem stark vergrößerten Ausschnitt einen Teil der den Innenraum 14 umgebenden Schlauchwand 12 mit ihrer Begrenzung durch die Innenfläche 13. In das Basismaterial der Schlauchwand 12 (schraffiert) sind als elektrisch leitenden Partikel kurze Fasern 16, insbesondere in Form von Kohlefasern, eingebettet. Die Fasern 16 sind irregulär verteilt und orientiert. Aufgrund ihrer länglichen Form, die einen Kontakt zwischen zwei Fasern über eine grössere Distanz ermöglicht, ergibt eine vergleichsweise geringe Faserkonzentration im Basismaterial eine deutlich erhöhte elektrische Leitfähigkeit. Dadurch kann die gewünschte elektrische Leitfähigkeit im Basismaterial eingestellt werden, ohne dass zu viele Abstriche hinsichtlich der optischen Transparenz der Schlauchwand 12 gemacht werden müssen.

Die eingebetteten Fasern 16 haben weiterhin den Effekt, dass in der begrenzenden Innenfläche 13 unregelmässige Unebenheiten 15 erzeugt werden, die der Innenfläche 13 eine Rauigkeit verleihen. Da das Basismaterial die aus der Fläche herausstehenden Fasern 16 fliegend umhüllt, sind diese Unebenheiten 15 gerundet. Dies hat gegenüber scharfkantigen Unebenheiten, wie sie beispielsweise beim Ablösen einer weichen Oberfläche aus einer Form entstehen, den Vorteil, dass zwar das Anhaften von geförderten pulverförmigen



5

10

20

30



der in radialer Richtung von der Innenfläche 13 einen Abstand hat, der vorzugsweise etwa einem Drittel der Wandstärke entspricht. Als Litzenleiter 18 hat sich eine Drahtlitze aus Cu-Drähten bewährt, die mit Kevlarfäden verstärkt ist. Der Litzenleiter 18 wird beim Extrudieren des Schlauches 10 direkt in die Schlauchwand 12 eingebettet. Statt des einen Litzenleiters 18 können auch 2 oder mehr über den Umfang verteilt vorgesehen werden, wie dies bei den Drähten 21 aus Fig. 5b ersichtlich ist. Der Leitungsbereich 17 bzw. der Litzenleiter 18 können aus Symmetriegründen in der Schlauchwand 12 in Längsrichtung helixförmig um die Schlauchachse herum verlaufen.

Da bei den Beispielen der Fig. 4 die gesamte Schlauchwand 12 mit elektrisch leitenden Partikeln bzw. Fasern gefüllt ist, sind die Auswirkungen der Partikelkonzentration auf die optische Transparenz besonders gross. Darüber hinaus muss der ganze Schlauch aus dem vergleichsweise teuren gefüllten Polymer hergestellt werden, was trotz der vereinfachten Herstellung zu erhöhten Kosten führt. Diese Probleme können umgangen werden, wenn der Schlauch eine Konfiguration aufweist, wie sie in den Ausführungsbeispielen der Fig. 5 und 6 dargestellt ist. Bei den Beispielen der Fig. 5a,b und 6a,b ist der Bereich der Schlauchwand 12 mit erhöhter elektrischer Leitfähigkeit in radialer Richtung beschränkt auf einen dünnen Innenbereich 20 (Fig. 5a,b) bzw. Innenmantel 22 (Fig. 6a,b). Ein Schlauch mit einem stärker leitenden Innenbereich 20 (Kreuzschraffur) kann aus einer entsprechenden Vorform hergestellt werden, wie dies in der GB-A-1,041,255 beschrieben ist. Der Innenbereich 20 hat beispielsweise eine Dicke von 1 mm. In Fig. 5a sind als elektrische Leitungselemente drei axiale Leitungsbereiche 19 vorgesehen, die von der Aussenfläche 11 durch die Schlauchwand 12 bis zum Innenbereich 20 reichen und gleichmässig über den Umfang verteilt angeordnet sind. Anstelle der drei Leitungsbereiche 19 kann auch nur ein Leitungsbereich vorgesehen werden. In Fig. 5b sind an der Grenze zwischen Innenbereich 20 und nicht gefülltem Bereich der Schlauchwand mehrere Drähte 21 um den Umfang herum verteilt angeordnet. Die Drähte 21 können Teil eines Geflechtes sein, dass zur Erhaltung der optischen Transparenz jedoch genügend locker ausgeführt sein muss.



Selbstverständlich kann auch in diesem Fall – wie in Fig. 4b - ein Litzenleiter zum Einsatz kommen.

Die beiden Ausführungsbeispiele der Fig. 6 schliesslich haben als Bereich mit erhöhter elektrischer Leitfähigkeit einen Innenmantel 22, der bei der Herstellung des Schlauches vorzugsweise durch Koextrusion erzeugt wird. Auch hier kann als elektrische Leitungselement wiederum ein axial verlaufender Leitungsbereich 19 oder ein Litzenleiter 18 vorgesehen werden. Um einen guten elektrischen Kontakt zum Innenmantel 22 herzustellen, ist der Litzenleiter 18 vorzugsweise vom Material des Innenmantels 22 vollständig umschlossen.

Insgesamt ergibt sich mit der Erfindung ein Schlauch, der sich speziell für die Förderung von Pulvern eignet und sich dabei durch folgende Vorteile auszeichnet:

- Durch die optimal verrundete Rauigkeit der Innenfläche kann mit minimalen Förderdrücken gearbeitet werden, was in einer wesentlichen Kostenreduktion resultiert, da die für die Förderung benötigte Druckluft relativ teuer ist.
- Gerade bei Pulverbeschichtungsanlagen ergibt sich mit den neuen Schläuchen trotz reduzierten Förderdruck eine bessere Ausstossleistung und auch eine gleichmässige Aufbringung des Pulvers.
- Durch die leitfähigen Bereiche der Schlauchwand und das eingebaute elektrische Leitungselement (Erdungsdraht bzw. -litze) kann eine durch Reibung erzeugte Aufladung bzw. Überspannung optimal abgeleitet werden.
- Die optische Transparenz des Schlauches bleibt weitgehend erhalten.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

10	Schlauch
30 11	Aussenfläche (Schlauch)
12	Schlauchwand
13	Innenfläche (Schlauch)



- 14 Innenraum (Schlauch)  
15 Unebenheit  
16 Faser (elektrisch leitfähig, z.B. Kohlefaser)  
17,19 Leitungsbereich  
18 Litzenleiter  
20 Innenbereich  
21 Draht  
22 Innenmantel



## PATENTANSPRÜCHE

1. Schlauch (10) zur Förderung von elektrostatische Aufladungen  
5 erzeugenden, insbesondere pulverförmigen Medien, welcher Schlauch (10) eine  
einen Innenraum (14) umschliessende Schlauchwand (12) umfasst, die zum  
Innenraum (14) hin durch eine Innenfläche (13) begrenzt ist, wobei die  
Schlauchwand (12) aus einem flexiblen, elektrisch schlecht oder gar nicht  
leitenden Basismaterial aufgebaut ist, und wobei zur Ableitung von elektrischen  
10 Ladungen in die Schlauchwand (12) wenigstens ein sich in Längsrichtung des  
Schlauches (10) erstreckendes, elektrisches Leitungselement (17, 18, 19, 21)  
integriert ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Schlauchquerschnitt zumindest ein  
an den Innenraum (14) des Schlauches (10) angrenzender und den Innenraum  
(14) umschliessender Teilbereich (12, 20, 22) der Schlauchwand (12) eine  
15 gegenüber dem Basismaterial erhöhte elektrische Leitfähigkeit aufweist, und dass  
das wenigstens eine elektrische Leitungselement (17, 18, 19, 21) mit dem Bereich  
erhöhter elektrischer Leitfähigkeit (12, 20, 22) direkt verbunden ist.

2. Schlauch nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich der  
20 Bereich mit der erhöhten elektrischen Leitfähigkeit über die gesamte  
Schlauchwand (12) erstreckt.

3. Schlauch nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erhöhte  
elektrische Leitfähigkeit der Schlauchwand (12) durch im Basismaterial  
25 eingebettete, elektrisch gut leitende Partikel (16) hervorgerufen wird.

4. Schlauch nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das  
Basismaterial ein optisch transparentes Polymer, insbesondere PU, PE oder PVC,  
ist, dass als elektrisch gut leitende Partikel kurze, elektrisch gut leitende Fasern  
30 (16), insbesondere Kohlefasern, in das Basismaterial eingebettet sind, und dass  
die Konzentration der Fasern (16) so gewählt ist, dass die Schlauchwand (10) in  
radialer Richtung optisch transparent bleibt.



5. Schlauch nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass dem Basismaterial etwa 1 bis 3 Gew.-% Kohlefasern zugemischt sind.

5 6. Schlauch nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine elektrische Leitungselement als in die Schlauchwand (12) eingelassener Leitungsbereich (17) mit gegenüber dem Basismaterial deutlich erhöhter elektrischer Leitfähigkeit ausgebildet ist.

10 7. Schlauch nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der eingelassene Leitungsbereich (17) in radialer Richtung durch die Schlauchwand (12) hindurchgehend ausgebildet ist.

15 8. Schlauch nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine elektrische Leitungselement als in die Schlauchwand (12) eingelassener Draht (21) oder Litzenleiter (18) ausgebildet ist.

20 9. Schlauch nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Draht oder Litzenleiter (18) von der Innenfläche (13) des Schlauches einen Abstand hat, der etwa einem Drittel der Wandstärke der Schlauchwand (12) entspricht.

25 10. Schlauch nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Leitungsbereich (17) bzw. der Draht (21) oder Litzenleiter (18) in der Schlauchwand (12) in Längsrichtung helixförmig um die Schlauchachse herum verläuft.

30 11. Schlauch nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Bereich mit der erhöhten elektrischen Leitfähigkeit auf einen an die Innenfläche angrenzenden, konzentrischen Innenbereich (20) der Schlauchwand (12) beschränkt.



12. Schlauch nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich mit der erhöhten elektrischen Leitfähigkeit durch einen konzentrisch im Inneren des Schlauches (10) angeordneten Innenmantel (22) gebildet wird.

5 13. Schlauch nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die erhöhte elektrische Leitfähigkeit im Innenbereich (20) bzw. im Innenmantel (22) der Schlauchwand (12) durch im Basismaterial eingebettete, elektrisch gut leitende Partikel (16) hervorgerufen wird.

10 14. Schlauch nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Basismaterial ein optisch transparentes Polymer, insbesondere PU, PE oder PVC, ist, dass als elektrisch gut leitende Partikel kurze, elektrisch gut leitende Fasern (16), insbesondere Kohlefasern, in das Basismaterial eingebettet sind, und dass die Konzentration der Fasern (16) und/oder die Dicke des Innenbereichs (20) bzw.  
15 des Innenmantels (22) so gewählt ist, dass die Schlauchwand (10) in radialer Richtung optisch transparent bleibt.

15. Schlauch nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine elektrische Leitungselement als in die  
20 Schlauchwand (12) eingelassener Leitungsbereich (17) mit gegenüber dem Basismaterial deutlich erhöhter elektrischer Leitfähigkeit ausgebildet ist.

16. Schlauch nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der eingelassene Leitungsbereich (17) in radialer Richtung von der Aussenfläche (11)  
25 bis zum Innenbereich (20) bzw. Innenmantel (22) durchgehend ausgebildet ist.

17. Schlauch nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine elektrische Leitungselement als in die Schlauchwand (12) eingelassener Draht (21) oder Litzenleiter (18) ausgebildet ist.



18. Schlauch nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Draht (21) oder Litzenleiter (18) an der Grenzfläche zwischen dem Innenbereich (20) bzw. dem Innenmantel (22) und der übrigen Schlauchwand verläuft.

5 19. Schlauch nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Leitungsbereich (17) bzw. der Draht (21) oder Litzenleiter (18) in der Schlauchwand (12) in Längsrichtung helixförmig um die Schlauchachse herum verläuft.

10 20. Anwendung eines Schlauchs nach einem der Ansprüche 1 bis 19 zur Förderung von Beschichtungspulvern.



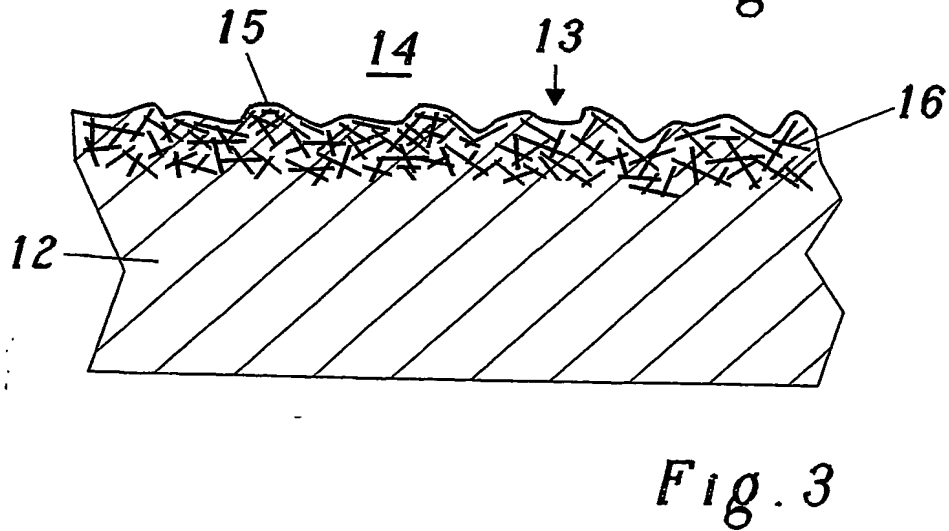
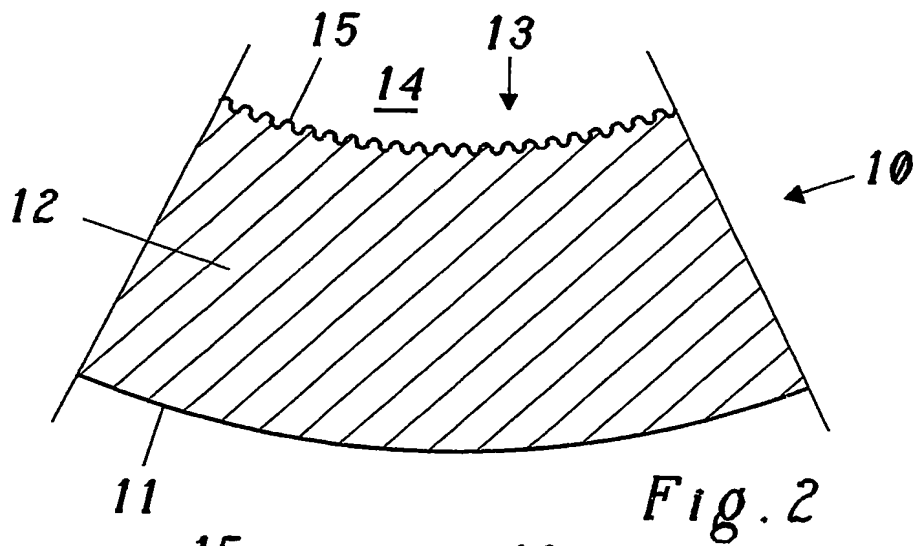
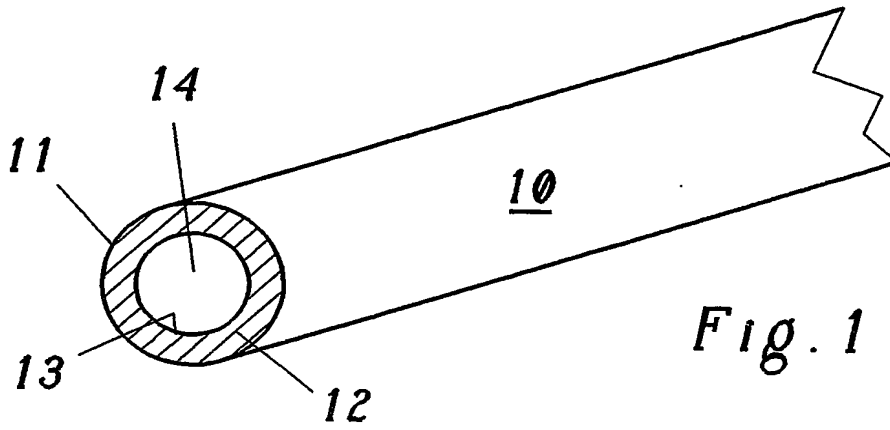
## ZUSAMMENFASSUNG

Ein Schlauch zur Förderung von elektrostatische Aufladungen erzeugenden,  
5 insbesondere pulverförmigen Medien, umfasst eine einen Innenraum (14)  
umschliessende Schlauchwand (12), die zum Innenraum (14) hin durch eine  
Innenfläche (13) begrenzt ist, wobei die Schlauchwand (12) aus einem flexiblen,  
elektrisch schlecht oder gar nicht leitenden Basismaterial aufgebaut ist, und wobei  
10 zur Ableitung von elektrischen Ladungen in die Schlauchwand (12) wenigstens ein  
sich in Längsrichtung des Schlauches erstreckendes, elektrisches  
Leitungselement (17, 18) integriert ist.

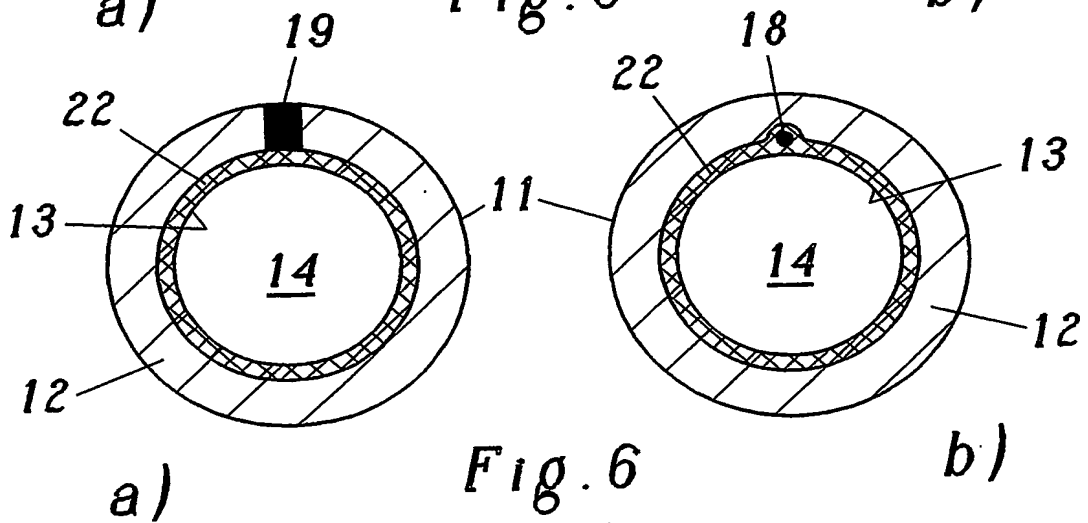
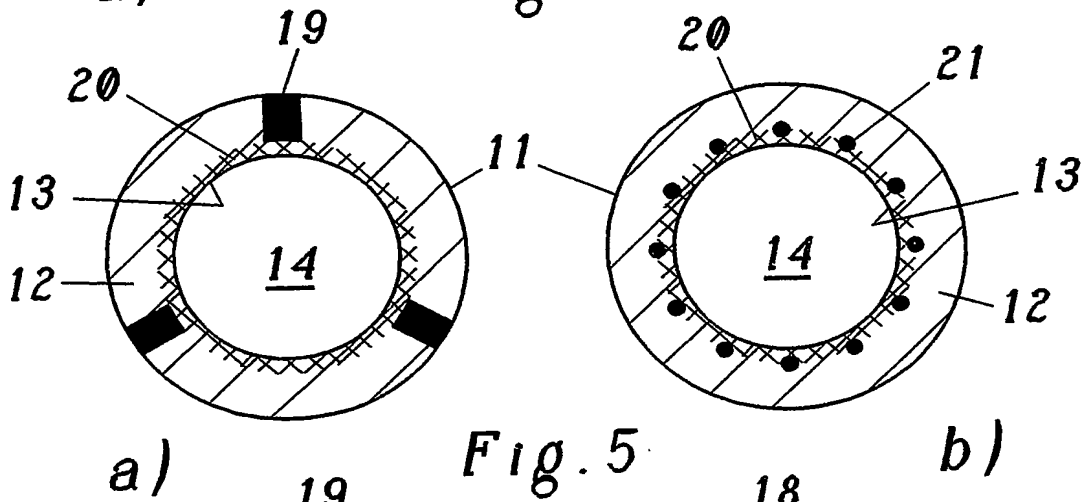
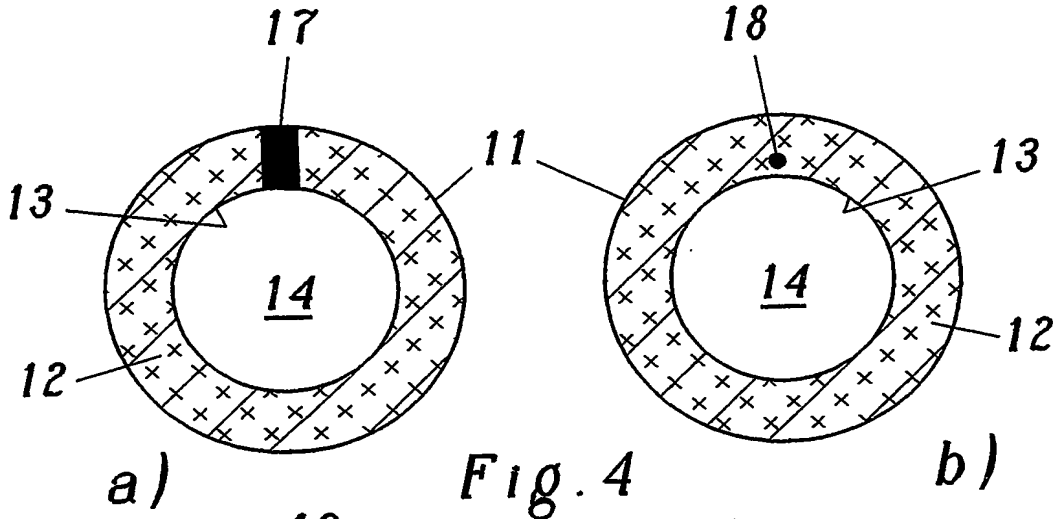
Bei einem solchen Schlauch wird eine verbesserte Ableitung der Ladungen ohne  
Beeinträchtigung der übrigen Schlaucheigenschaften dadurch erreicht, dass im  
15 Schlauchquerschnitt zumindest ein an den Innenraum (14) des Schlauches  
angrenzender und den Innenraum (14) umschliessender Teilbereich (12) der  
Schlauchwand (12) eine gegenüber dem Basismaterial erhöhte elektrische  
Leitfähigkeit aufweist, und dass das wenigstens eine elektrische Leitungselement  
(17, 18) mit dem Bereich erhöhter elektrischer Leitfähigkeit (12) direkt verbunden  
20 ist.

(Fig. 4)











**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**